

Exportations minérales du cocotier hybride Port-Bouët 121

M. OUVRIER (1) et R. OCHS (2)

Résumé. — Les exportations minérales du cocotier hybride Port-Bouët 121 ont été mesurées sur la station expérimentale de Port-Bouët. Le potassium et le chlore dominent avec, respectivement, 193 et 125 kg/ha/an, suivis par l'azote (108 kg). L'albumen et, par conséquent, le coprah, partie utile des régimes récoltés, entraînent une exportation d'azote très importante (74 p. 100 du total exporté) ; mais, par contre, c'est la bourre qui est responsable de la plus grande partie des exportations du cocotier en potassium (60 p. 100). Les auteurs proposent en conclusion des formules permettant de calculer les exportations en fonction du rendement.

Le cocotier hybride Nain Jaune × Grand Ouest Africain, appelé hybride PB-121 [M. de Nucé de Lamothe et F. Rognon, 1975], est capable de produire jusqu'à 6 t de coprah par ha et par an dès l'âge de 8 ans sur les sables côtiers de Côte-d'Ivoire (Tabl. I).

TABLEAU I

Productions annuelles de l'hybride
(*Annual production of the hybrid*)
« Port-Bouët 121 » Plantation (*Planting*) 1963

Age	Années (Years)	Coprah/ha/an (<i>Copra/ha/year</i>) kg
4-5	1967-1968	180
5-6	1968-1969	2 230
6-7	1969-1970	3 475
7-8	1970-1971	3 960
8-9	1971-1972	4 790
9-10	1972-1973	6 190
10-11	1973-1974	4 910
11-12	1974-1975	6 170

Sa production est donc bien supérieure à celle du Grand Ouest Africain qui ne dépasse pas 3,5 t/ha/an dans les mêmes conditions.

Cette augmentation spectaculaire du potentiel du nouveau matériel végétal s'est évidemment traduite par un accroissement des prélèvements d'éléments minéraux dans le sol et par conséquent par des besoins supplémentaires d'engrais, notamment dans les sols sableux très pauvres du cordon littoral où ont été plantés les premiers hybrides utilisés dans cette étude (Tabl. II).

Les éléments minéraux absorbés par la plante ont plusieurs destins : ils sont en partie exportés définitivement par la récolte (régimes) ou encore immobilisés pour quelques dizaines d'années dans le stipe et les racines, ou enfin restitués plus ou moins rapidement au sol par la chute des feuilles. Les quantités mises en jeu par l'exportation de la récolte sont de loin les plus importantes. Il était donc nécessaire de les mesurer pour connaître l'importance des besoins et s'en inspirer pour définir une nouvelle politique de fumure adaptée au potentiel de ce nouveau matériel végétal, incomparablement plus productif que l'ancien.

L'étude des immobilisations est en cours et permettra prochainement de compléter et de préciser l'importance des besoins minéraux de l'hybride.

TABLEAU II

Caractéristiques physico-chimiques du sol
(*Physico-chemical characteristics of the soil*)

Profondeur (<i>Depth</i>) — cm	0-20	30-50	60-80
Granulométrie (<i>Grain size distribution</i>) (p. 100)			
Argile (<i>Clay</i>)	0,0	0,0	0,0
Limon fin (<i>Fine silt</i>)	0,0	0,0	1,2
Limon grossier (<i>Coarse silt</i>)	0,3	0,3	0,5
Sables fins (<i>Fine sand</i>)	1,8	2,8	3,6
Sables grossiers (<i>Coarse sand</i>)	97,9	96,9	94,7
pH			
Eau (<i>Water</i>)	4,95	5,20	5,00
KCl	4,10	4,25	4,15
Éléments totaux (<i>Total elements</i>)			
C p. 100	0,44	0,17	
N p. 1 000	0,34	0,14	
P ppm	27	25	22
Fe p. 1 000	3,75	3,25	
Mn p. 1 000	0,06	0,05	
Éléments échangeables (<i>Exchangeable elements</i>) meq/100 g			
K	0,01	0,01	0,01
Ca	0,43	0,24	0,26
Mg	0,08	0,05	0,08
Na	0,01	0,01	0,01
S	0,53	0,31	0,36
T	1,20	1,10	1,00

MATÉRIEL ET MÉTHODES

L'étude a été commencée en novembre 1974 sur 10 arbres choisis pour être représentatifs de l'ensemble de la parcelle 31 de Port-Bouët, plantée en 1963 avec les premiers hybrides Nain Jaune × Grand Ouest Africain. La production de ces 10 arbres au cours de l'année d'étude a été en moyenne de 217 noix/arbre (15 régimes) soit : 49 kg de coprah par arbre ou encore 6,7 t de coprah/ha. Les fumures minérales apportées depuis la plantation sont indiquées dans le tableau III.

Les régimes mûrs sont coupés chaque mois et sont traités de la façon suivante, pour chaque régime : pesées du pédoncule, des épillets et des noix ; stockage des noix en magasin pendant 1 mois ; débouillage, pesée des noix, élimination de l'eau, deuxième pesée pour obtenir, par différence, les poids de bourre et d'eau après stockage ; séchage des demi-noix au four Wanson pour simuler la préparation du coprah ; pesée du coprah et de la coque ; séchage du pédoncule, des épillets et des tranches de bourre pendant 36 h dans

(1) I. R. H. O., Station de Port-Bouët (Côte-d'Ivoire).
(2) Département Agronomie de l'I. R. H. O.

un four à infrarouges pour détermination des poids secs (la coque a été considérée comme sèche à la sortie du four Wanson ; mesure de l'humidité résiduelle du coprah en étuve à 105° selon la méthode internationale.

TABLEAU III
Fumures appliquées (*Fertilizers applied*)
kg/arbre (*/tree*)

Application — dates		N	P	K	Mg
années (<i>years</i>)	mois (<i>month</i>)				
1963			0,3 B	0,4	
1964			0,2 B	0,5	
1965			0,3 B	0,8	
1966	07	0,75 A	0,5 B	0,5	
	10	1,00 A			
1967		2,00 A	1,5 B	1,5	
1968		2,00 A	2,0 B	1,5	2,0
1969	04	1,00 A	1,0 B	0,75	0,5
	07			1,00	0,6
1970	04			1,5	1,0
	07			1,1	1,1
1971	04	0,9 U	0,9 B	0,9	0,9
	07			2,0	1,0
1972	07	1,0 U	1,0 B	2,0	1,0
	11			1,0	0,5
1973	05			1,0	1,0
	07	1,0 A	1,0 T	1,5	0,75
	10	0,7 A		1,4	0,7
1974	05	1,0 A		1,0	0,5
	07			2,0	1,0
	11			1,0	0,5
1975	05			2,0	1,0
	09		1,0 T	2,0	1,0
	11	2,0 A			

Engrais utilisés (*Fertilizers used*) :

N A : Sulfate d'ammoniaque (*Ammonium sulphate*) — 21 p. 100 H, 23 p. 100 S.
U : Perlurée (*Pearlite*) — 45 p. 100 N.
P B : Phosphate bicalcique (*Bicalcium phosphate*) — 42 p. 100 P²O⁵ = 18 p. 100 P.
T : Phosphate tricalcique (*Tricalcium phosphate*) — 35-38 p. 100 P²O⁵, 16 p. 100 P.
K Chlorure de potassium (*Potassium chloride*) — 60 p. 100 K²O, 45,5 p. 100 Cl, 50 p. 100 K.
Kieserite — 33 p. 100 MgO, 20 p. 100 Mg, 27 p. 100 S.

TABLEAU IV. — Composition moyenne d'un régime en poids frais et en poids sec
(*Average composition of a bunch in fresh and dry weight*)

	régime (<i>Per bunch</i>)		Par noix (<i>Per nut</i>)	
	kg	p. 100	kg	p. 100
1) Poids frais à la récolte (<i>Fresh weight at harvest</i>)				
Péduncule (<i>Stalk</i>)	0,538	2,6		
Epillets (<i>Spikelets</i>)	0,788	3,9		
Noix (<i>Nuts</i>) (14,1 par régime — <i>per bunch</i>)	18,978	93,5	1,346	
Total régime (<i>Bunch</i>)	20,304	100		
2) Poids frais après stockage des noix (<i>Fresh weight of nuts after storage</i>)				
Bourre (<i>Husk</i>)	6,445		0,157	40,1
Coque (<i>Shell</i>)	1,806		0,128	11,3
Eau (<i>Water</i>)	2,202		0,156	13,7
Albumen	5,601		0,397	34,9
Total noix (<i>Nut</i>)	16,504		1,138	100
3) Poids frais du coprah (à 6 p. 100 d'humidité) (<i>Fresh weight of copra at 6 p. 100 humidity</i>)				
	3,160		0,224	
4) Poids secs (<i>Dry weight</i>)				
Péduncule (<i>Stalk</i>)	0,166	1,9		
Epillets (<i>Spikelets</i>)	0,230	2,6		
Bourre (<i>Husk</i>)	3,667	41,5	0,260	43,4
Coque (<i>Shell</i>)	1,799	20,3	0,128	21,4
Albumen ou Coprah (<i>Or copra</i>)	2,981	33,7	0,211	35,2
Total noix (<i>Nut</i>)	—	—	0,599	100
Total régime (<i>Bunch</i>)	8,843	100		

Les diverses fractions des régimes issus d'une récolte mensuelle effectuée sur les 10 arbres sont ensuite broyées et mélangées chacune à chacune pour fournir un échantillon moyen de péduncule, d'épillet, de bourre et de coque. Pour le coprah, on opère sur 1/8^e de chaque noix. Ces échantillons moyens mensuels sont ensuite transmis au laboratoire d'analyse minérale pour détermination de N, P, K, Ca, Mg, Na, Cl et S.

RÉSULTATS

1. — Composition pondérale moyenne d'un régime.

Pendant l'année d'observation on a récolté 155 régimes portant 2 186 noix sur les 10 arbres retenus.

La composition moyenne d'un régime en poids frais et secs est donnée dans le tableau IV. A la récolte, les noix représentent évidemment la quasi-totalité du poids (94 p. 100 du régime) ; elles perdent entre 10 et 20 p. 100 d'eau pendant le stockage (moyenne 15,5 p. 100). L'albumen frais contient 88 p. 100 d'eau sur poids sec ; cette humidité s'abaisse à 6 p. 100 sur P. S. après passage au four pour la fabrication du coprah.

En poids secs, le régime est dominé par la bourre (42 p. 100) dont le poids dépasse celui de l'albumen (34 p. 100) et de la coque (20 p. 100).

La variabilité individuelle de la composition relative des régimes n'est pas très élevée (coefficient de variation : 2,5 p. 100 pour la coque, 6 p. 100 pour la bourre, 7,7 p. 100 pour le coprah) à l'exception du pourcentage de péduncule et d'épillet (CV = 30 p. 100) qui ne représente en fait que 4,5 p. 100 du poids sec total du régime.

2. — Variations saisonnières de la composition pondérale du régime.

La production mensuelle de régimes et de noix varie au cours de l'année avec une pointe en février, mars, avril représentant 35 p. 100 de la production annuelle de noix ; cette variation dépend pour une large part du nombre de noix par régime qui varie de 4 à 23 au cours de la période d'observation avec deux pointes, une en mars et l'autre en août. Le poids moyen d'une noix varie en sens inverse dans des proportions très importantes, passant de 856 g en période creuse à 496 g au cours de la 2^e période de pointe en août (Fig. 1).

Ces variations saisonnières de production, très importantes en valeur absolue, n'ont qu'un effet très limité sur la composition pondérale du régime. On remarque toutefois que les grosses noix de la période creuse ont beaucoup plus de bourre que de coprah (45 p. 100 contre 29 p. 100) alors que les petites noix du mois d'août ont autant de coprah que de bourre (38 p. 100).

3. — Composition minérale du régime.

La minéralisation de la matière végétale varie considérablement d'un organe à l'autre ; elle est maximale dans les épillets avec 7,3 p. 100 et minimale dans la coque avec 0,5 p. 100 (Tabl. V).

Les divers éléments minéraux sont inégalement représentés mais le potassium et le chlore représentent à eux seuls plus de 60 p. 100 du total dans tous les organes à l'exception de l'albumen qui est particulièrement riche en azote et en phosphore (protéines).

4. — Variations saisonnières de la composition minérale.

Les analyses effectuées mois par mois montrent que les variations saisonnières des teneurs sont relativement faibles, sauf pour les éléments les moins bien représentés dont l'incidence sur les exportations est négligeable. Autrement dit, les augmentations mensuelles de production ne sont pas suivies d'une baisse des teneurs. La figure 2 donne à titre d'exemple les variations mensuelles des teneurs en potassium pour les divers composants de la noix : les variations extrêmes autour de la valeur moyenne de l'année sont de :

- — 19 à + 15 p. 100 pour la bourre,

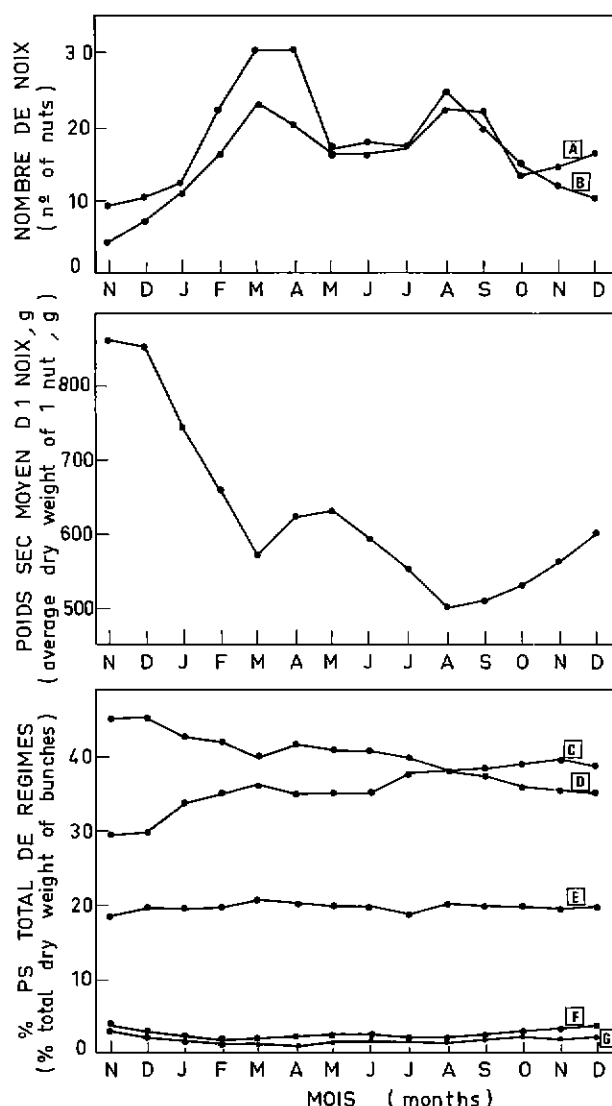


FIG. 1. — Variations mensuelles de la production par arbre et de la composition relative des régimes en poids sec (Monthly variations in yield per tree and relative composition of bunches in dry weight).

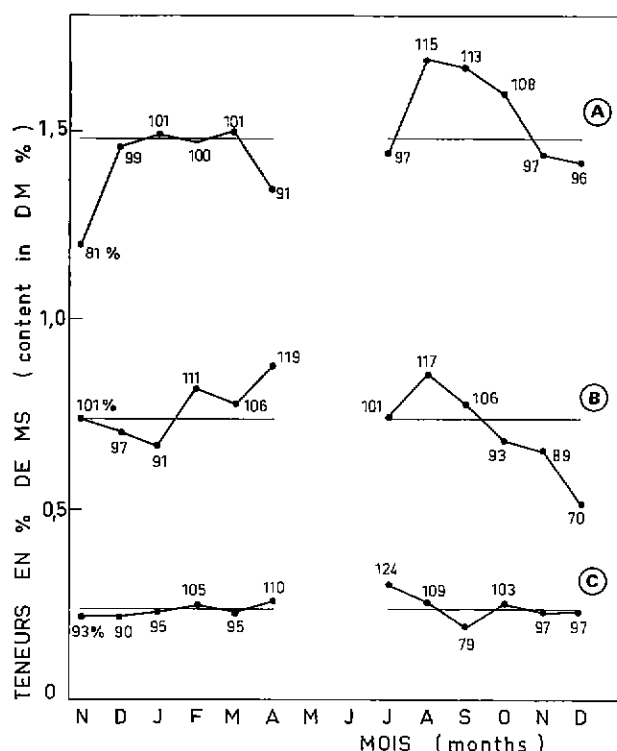
A = nombre total de noix (total number of nuts) ;
B = nombre de noix/régime (number of nuts/bunch) ;
C = bourre (husk) ; D = coprah (copra) ; E = coque (shell) ;
F = épillet (spikelet) ; G = pédoncule (stalk).

- — 30 à + 19 p. 100 pour l'albumen,
- — 21 à + 24 p. 100 pour la coque.

Elles ne sont pas reliées aux variations de production.

TABLEAU V. — Teneurs moyennes en éléments minéraux des divers composants du régime (12 analyses)
(Average mineral element content — 12 analyses — of the various bunch components)

	Epillet (Spikelet)		Pédoncule (Stalk)		Bourre (Husk)		Coque (Shell)		Albumen	
	p. 100 M. S. (D. M.)	p. 100	p. 100 M. S. (D. M.)	p. 100	p. 100 M. S. (D. M.)	p. 100	p. 100 M. S. (D. M.)	p. 100	p. 100 M. S. (D. M.)	p. 100
Azote (Nitrogen)...	0,540	7,35	0,260	5,32	0,240	7,51	0,120	22,22	1,260	47,30
Phosphore (Phosphorus)...	0,085	1,16	0,039	0,80	0,015	0,47	0,003	0,56	0,206	7,73
Potassium.....	2,899	39,47	2,056	42,10	1,476	46,17	0,241	44,63	0,737	27,67
Calcium.....	0,308	4,19	0,084	1,72	0,065	2,03	0,022	4,07	0,022	0,83
Magnésium.....	0,497	6,76	0,196	4,01	0,053	1,66	0,009	1,67	0,122	4,58
Sodium.....	0,559	7,61	0,588	12,04	0,153	4,79	0,039	7,22	0,034	1,28
Chlore (Chlorine)...	2,328	31,70	1,644	33,66	1,177	36,82	0,094	17,41	0,188	7,06
Soufre (Sulphur)...	0,128	1,74	0,017	0,35	0,018	0,56	0,012	2,22	0,095	3,57
Total.....	7,344	100	4,884	100	3,197	100	0,540	100	2,664	100



INTERPRÉTATION

1. — Exportations annuelles.

Les quantités totales d'éléments exportés par les 10 arbres observés au cours d'une année ont été exprimées en gramme par arbre dans le tableau VI

TABLEAU VI

Exportations annuelles. Quantité exportée (moyenne de 10 arbres) pour une production de 49 kg de coprah
(Annual exports of mineral elements. Quantities for a yield of 49 kg/copra — mean of 10 trees)
g/arbre (tree)

Composantes (Components)	Poids secs (Dry wt.)	N	P	K	Ca	Mg	Na	Cl	S
Epillet (Spikelet)	3 567	19	3	103	11	18	20	83	5
Pédoncule (Stalk)	2 530	7	1	52	2	5	15	42	(0,43)
Bourre (Husk)	56 836	136	9	839	37	30	87	669	10
Coque (Shell)	27 891	33	1	67	6	3	11	26	3
Albumen	46 201	582	95	341	10	56	16	87	44
Total	137 025	777	109	1 402	66	112	148	907	62

TABLEAU VII

Exportations annuelles. Quantité exportée pour une production de 6 700 kg de coprah (138 arbres producteurs/ha)
(Annual exports of mineral elements. Quantities for a yield of 6,700 kg copra — 138 bearing trees/ha)
kg/ha

Composantes (Components)	Poids secs (Dry wt.)	N	P	K	Ca	Mg	Na	Cl	S
Epillet (Spikelet)	492	3	(0,42)	14	2	2	3	11	1
Pédoncule (Stalk)	349	1	(0,14)	7	(0,29)	1	2	6	(0,06)
Bourre (Husk)	7 843	19	1	116	5	4	12	92	1
Coque (Shell)	3 849	5	(0,12)	9	1	(0,35)	2	4	(0,46)
Albumen	6 375	80	13	47	1	8	2	12	6
Total	18 908	108	15	193	9	15	20	125	9

Quantités annuelles d'éléments apportés par les engrais (moyenne 1970-75) (Quantities of elements applied in fertilizer annually — average 1970-75)

	41	15	235	55	—	235	104
--	----	----	-----	----	---	-----	-----

FIG. 2. — Teneurs en K des composantes de la noix : variations mensuelles (K content of nut components : monthly variations).

A = bourre, moyenne (average husk) ;
B = albumen, moyenne (average) ;
C = coque, moyenne (average shell).

et en kg par hectare dans le tableau VII. Le **potassium** et le **chlore** dominant avec, respectivement, 193 kg et 125 kg/ha/an, ce qui explique pour une part l'importance de ces éléments dans la nutrition minérale du cocotier. La pauvreté des sols ferrallitiques en potassium et les besoins très importants de la plante expliquent facilement pourquoi le potassium domine très largement dans les fumures [Ochs et Ollagnier, 1977]. Pour le chlore, c'est la première fois que l'on mesure les exportations qui sont très élevées, ce qui explique pour une part l'existence des déficiences observées dans certaines régions malgré la relative abondance de cet élément dans la nature [Ollagnier et Ochs, 1971 ; Magat S. S. *et al.*, 1975].

L'**azote** vient au 3^e rang avec 108 kg/ha/an, suivi par les autres éléments qui sont, dans l'ordre : le sodium, le phosphore, le magnésium, le calcium et le soufre pour des quantités plus faibles comprises entre 20 et 9 kg/ha/an.

Il est intéressant de remarquer que les engrais apportés sur la parcelle d'observation ont compensé les exportations de potassium, au coefficient d'utilisation près.

Cette abondante fumure est justifiée par l'extrême pauvreté des sables côtiers en potassium échangeable (Tabl. II). Pour l'azote, au contraire, les apports ont été bien inférieurs aux besoins sans qu'apparaisse le moindre symptôme de déficience ; il faut admettre que le sol est capable de fournir une partie importante des besoins malgré sa pauvreté en azote total. Faut-il

soupçonner la fixation biologique de l'azote atmosphérique d'être responsable de cet exploit ?

L'albumen, ou par conséquent le coprah, partie utile de la récolte, entraîne une exportation importante d'azote (74 p. 100 du total exporté) de phosphore (87 p. 100) et de soufre (67 p. 100) mais seulement 24 p. 100 du potassium.

C'est la bourre qui est responsable de la plus grande partie des exportations du potassium (60 p. 100) ; elle est utilisée quelquefois pour la fabrication des fibres et aussi comme source d'énergie. Mais, quoi qu'il en soit, elle coûte cher en engrais potassiques et il faudrait s'efforcer de la restituer au sol tout au moins sous forme de cendre. Pour l'avenir, on peut d'ailleurs imaginer que le sélectionneur s'efforcera de faire évoluer la composition de la noix au profit de l'albumen et au détriment de la bourre, même à production de coprah constante, de façon à réduire l'importance des exportations minérales.

Les quantités d'éléments exportées par l'hybride PB-121 sont considérables mais elles correspondent à une production exceptionnelle. Si on les compare aux valeurs obtenues par Pillai et Davis [1963] pour du matériel beaucoup moins productif, on constate qu'elles sont du même ordre de grandeur pourvu qu'on les rapporte à la tonne de coprah.

Ces exportations ont été mesurées sur une parcelle bien fertilisée, si l'on en croit les teneurs foliaires qui sont égales et même légèrement supérieures aux niveaux critiques que l'on commence à cerner dans les premières expériences d'engrais effectuées à Port-Bouët sur ce nouveau matériel végétal. Pour savoir si elles n'ont pas été légèrement surestimées par une consommation de luxe, les mêmes observations simplifiées ont été entreprises dès cette année dans quelques parcelles expérimentales d'une expérience factorielle de Port-Bouët.

2. — Tentative d'extrapolation.

L'étude des variations mensuelles permet d'admettre que la composition pondérale du régime ne varie pas sensiblement pendant les pointes et les creux de production. Il en est de même pour la composition minérale.

Si l'on considère maintenant que les variations mensuelles de production simulent valablement les variations géographiques de potentiel, il devient possible de calculer les exportations annuelles pour une production plus forte ou plus faible que celle des arbres observés, en admettant qu'elle conserve les mêmes proportions entre les constituants du régime et les mêmes teneurs en éléments minéraux. On aboutit aux formules suivantes qui donnent la quantité Y d'éléments exportés en kg/ha en fonction de la production X de coprah, exprimée en t/ha :

$$\begin{aligned} - \text{N} \dots Y &= 3,2 + 15,4 X \\ - \text{P} \dots Y &= 0,5 + 2,1 X \\ - \text{K} \dots Y &= 19,5 + 25,5 X \\ - \text{Ca} \dots Y &= 1,6 + 1,1 X \\ - \text{Mg} \dots Y &= 2,8 + 1,8 X \\ - \text{Na} \dots Y &= 4,4 + 2,3 X \\ - \text{Cl} \dots Y &= 15,6 + 16,0 X \\ - \text{S} \dots Y &= 0,6 + 1,2 X. \end{aligned}$$

Ces formules doivent être utilisées avec prudence lorsqu'on s'éloigne trop de la production moyenne de la parcelle étudiée (6 t de coprah/ha/an), notamment dans la zone des faibles productions où il est probable que la bourre prenne relativement plus d'importance que l'albumen, entraînant une consommation plus grande de potassium. Les exportations de N, K, P, Mg, ont été figurées graphiquement dans la figure 3.

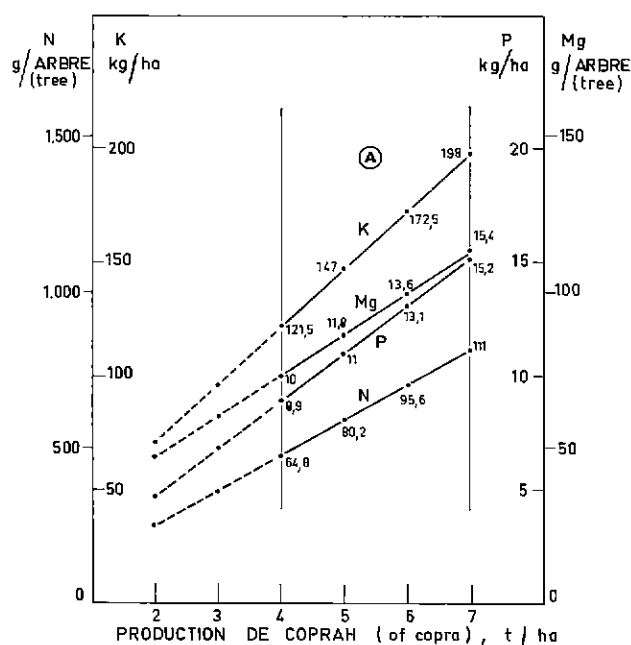


FIG. 3. — Éléments exportés/arbre/ha en fonction de la production de coprah (Elements exported/tree/ha in function of production of copra).

A : Zone pratique d'utilisation (Zone of practical utilisation).

Pour donner une image des consommations d'engrais correspondantes, on peut calculer l'équivalent engrais de ces exportations dans plusieurs hypothèses de production (Tabl. VIII).

TABLEAU VIII. — Equivalent engrais des exportations minérales (Fertilizer equivalent of mineral exports) g/arbre (tree)/an (year)

Rendement coprah (Yield of copra) t/ha/an (t/year)	4	5	6
Urée (Urea) — 46 p. 100 N.....	1 000	1 250	1 450
Phosphate tricalcique (Tricalcium phosphate) — 38 p. 100 P ₂ O ₅	400	500	600
KCl — 60 p. 100 K ₂ O	1 700	2 000	2 500
Kieserite — 33 p. 100 MgO	350	400	500

CONCLUSIONS

Les quantités d'éléments minéraux exportés par les fortes productions du cocotier hybride PB-121 sont évidemment supérieures, notamment pour le potassium et l'azote, à celles que l'on admettait jusqu'alors et qui provenaient des études analogues effectuées sur des cocotiers Grands, beaucoup moins productifs. Ces

exportations ne représentent cependant qu'une partie, de loin la plus importante, des besoins totaux du cocotier. Les immobilisations à long terme dans le stipe et les racines, et à court terme dans les feuilles,

sont en cours d'étude et viendront compléter très prochainement ces premiers résultats qui permettent déjà d'orienter les programmes de fumure à long terme de ce nouveau matériel végétal.

BIBLIOGRAPHIE

- MAGAT S. S., CADIGAL V. L. and HABANA J. A. (1975). — Yield improvement of coconut in elevated inland area of Davao (Philippines) by KCl fertilization. *Oléagineux*, 30, p. 412-418.
- NUCÉ de LAMOTHE (de) M. et ROGNON F. (1975). — L'hybride Port-Bouët 121. Nouveaux résultats. *Oléagineux*, 30, p. 457.
- OCHS R. et OLLAGNIER M. (1977). — The effect of fertilizers on the yield and composition of lipids in some tropical

- crops. 13th Colloquium of the International Potash Institute. York England, July 1977.
- OLLAGNIER M. et OCHS R. (1971). — La nutrition en chlore du palmier à huile et du cocotier. *C. R. de l'Académie d'Agriculture de France*, 17/2/1971, p. 203-312.
- PILLAI N. G. et DAVIS T. A. (1963). — Export of macro-nutrients by the coconut palm; a preliminary study. *Indian Coconut J.*, 16, (2), p. 81-87.

SUMMARY

Mineral Exportations of the hybrid Coconut Port-Bouët 121.

M. OUVRIER and R. OCHS, *Oléagineux*, 1978, 33, N° 8-9, p. 437-443.

Mineral exportations of the hybrid coconut Port-Bouët 121 were measured in the Port-Bouët experimental station. Potassium and chlorine dominate, with 193 and 125 kg/ha/year respectively, followed by nitrogen (108 kg). Albumen, and consequently copra, the useful part of the harvested nuts, withdraw large quantities of nitrogen (74 p. 100 of the total exported), but on the other hand, it is the husk which is responsible for the greater part of the potassium exportations (60 p. 100). In conclusion, the authors propose formulae for calculating the exportations in function with the yield.

RESUMEN

Exportaciones minerales del cocotero híbrido Port-Bouët 121.

M. OUVRIER y R. OCHS, *Oléagineux*, 1978, 33, N° 8-9, p. 437-443.

En la estación experimental de Port-Bouët se midió las exportaciones minerales del cocotero híbrido Port-Bouët 121. Hay un predominio del potasio y del cloro, con 193 y 125 kg/ha/año respectivamente; seguidamente viene el nitrógeno (108 kg). El albumen y por lo tanto la copra, que es la parte útil de los racimos cosechados, ocasionan una importante exportación de nitrógeno (74 % del total exportado), y en cambio conviene achacar a la borra la mayor parte de exportaciones de potasio del cocotero (60 %). Como conclusión los autores proponen fórmulas que permiten calcular las exportaciones con arreglo al rendimiento.

Mineral Exportations by the hybrid Coconut « Port-Bouët 121 »

M. OUVRIER (1) and R. OCHS (2)

The Yellow Dwarf × West African Tall hybrid coconut palm known as PB-121 [M. de Nuce de Lamothe and F. Rognon, 1975] is capable of producing up to 6 t of copra/ha per year by 8 years old on the coastal sands of the Ivory Coast (Table I). Its productivity is thus much greater than that of the West African Tall, which cannot surpass 3.5 t/ha/year under the same conditions.

The spectacular rise in the potential of the new planting material obviously results in increased uptake of mineral elements from the soil, and consequently in greater fertilizer requirements, particularly in the very poor sandy soils of the off-shore bar where the first hybrids used in this study were planted (Table II).

The mineral elements absorbed by a plant have several destinies: some of them are exported definitively in the bunches; some are immobilized for several decades in the stem and roots; finally some are restored to the soil sooner or later in the fallen leaves. By far the greatest quantities are removed with the harvest, and thus it was necessary to measure them to find out the nutrient requirement as a basis for a new fertilizer policy adapted to the potential of the new planting material, which is incomparably more productive than the old.

The study of the immobilized elements is in progress, and will soon make it possible to complete and define the mineral needs of the hybrids.

MATERIAL AND METHODS

This study was begun in November of 1974 on 10 trees chosen as representative of the whole of plot 31 in Port-Bouët, which was planted in 1963 in the first Yellow Dwarf × West African Tall hybrids. The production of these ten trees over the year of study averaged 217 nuts/tree (15 bunches), that is 49 kg of copra per tree, or 6.7 tonnes of copra per hectare. Fertilizer applications since planting are shown in table III.

The ripe bunches are cut each month, and each bunch treated

as follows: the stalk, the spikelets and the nuts are weighed; the nuts are stored in a warehouse for one month; nuts are dehusked and weighed, the water is removed, and a second weighing is done, the difference between the two being the weight of the husk and water after storage; the half-nuts are dried in Wanson ovens to simulate copra preparation, and the copra and shell are weighed; the stalk, spikelets and sliced husk are dried for 36 hours in an infra-red oven to determine the dry weight (the shell being considered dry on removal from the Wanson oven); the residual humidity of the copra oven dried at 105 °C. is measured according to the international method.

The various components of the bunches harvested monthly from these ten trees are then ground up and mixed together to give a mean sample of stalk, spikelet, husk and shell. For the copra, 1/8 of each nut is retained. These monthly average samples are then sent to the mineral analysis laboratory for determination of N, P, K, Ca, Mg, Na, Cl and S.

RESULTS

1. — Weighted average composition of the bunch.

During the year of observation, 155 bunches bearing 2 186 nuts were harvested from the 10 trees selected. The average composition of a bunch in fresh and dry weight is given in table IV. At harvesting, the nuts represent virtually all the weight of the bunch; 94 p. 100; they lose between 10 and 20 p. 100 of their weight in moisture during storage (average 15.5 p. 100). The fresh albumen contains 88 p. 100 water on dry weight; this humidity drops to 6 p. 100 on dry weight after oven drying to produce copra.

In dry weight, the dominant weight is that of the husk (42 p. 100), followed by that of the albumen (34 p. 100) and the shell (20 p. 100).

The individual variability of the relative composition of the bunches is not great (the coefficient of variation is 2.5 p. 100 for the shell, 6 p. 100 for the husk, 7.7 p. 100 for the copra), except for the stalk and spikelet (c. v. 30 p. 100) which represent, in fact, only 4.5 p. 100 on the total dry weight of the bunch.

(1) I. R. H. O., Port-Bouët Station (Ivory Coast).

2. — Seasonal variations in the weighted composition of the bunch.

The monthly production of bunches and nuts varies during the year, with a peak in February, March, and April, when 35 p. 100 of annual nut production occurs. This variation depends to a great extent on the number of nuts per bunch, which varied between 4 and 23 during the period of observation, the two peak periods being in March and August. The average nut weight varied widely inversely from 856 g in the low production periods to 496 g in the second peak period (August) (Fig. 1).

Although considerable in absolute value, these seasonal variations had but a very limited effect on the weighted composition of the bunch, but it was noted that the large nuts produced during the low yield period had much more husk than copra (45 p. 100 compared to 29 p. 100), while the smaller nuts produced during August had as much copra as husk (38 p. 100).

3. — Mineral composition of the bunch.

The mineral content of the plant material varies considerably from one organ to another; the maximum content is in the spikelets (7.3 p. 100), the minimum in the shell (0.5 p. 100) (Table V). The various mineral elements are unequally represented, but potassium and chlorine alone account for more than 60 p. 100 of the total content in all the organs except the albumen, which is particularly rich in nitrogen and phosphorus (proteins).

4. — Seasonal variations in mineral composition.

The monthly analyses showed that the seasonal variations in content are relatively small except for the elements present in the smallest quantities, whose effect on exportations was negligible. In other words, the monthly yield increases are not followed by a fall in the levels. Figure 2 gives an example of the monthly variations in potassium content in the various components of the nut; the extreme variations from the mean value are:

- — 19 to + 15 p. 100 in the husk,
- — 30 to + 19 p. 100 in the albumen,
- — 21 to + 24 p. 100 in the shell.

They are not related to yield variations.

INTERPRETATION

1. — Annual exportations.

The total quantities of elements exported by these 10 trees over the year are expressed in grams per tree in table VI and in kg per hectare in table VII. **Potassium** and **chlorine** dominate with 193 and 125 kg/ha/year respectively, which partly explains the importance of these elements in the mineral nutrition of the coconut. The poverty of lateritic soils in potassium and the high requirements of the plant explain easily why potassium is by far the dominant element in fertilizers [Ochs and Ollagnier, 1977]. This was the first time exports of chlorine had been measured, and they were found to be very high, which partly explains the deficiencies observed in certain regions in spite of the fact that this element is relatively abundant in nature [Ollagnier and Ochs, 1971; Magat S. S. *et al.*, 1975].

Nitrogen comes third with 108 kg/ha/year, followed by sodium, phosphorus, magnesium, calcium, and sulphur, in that order, the quantities ranging from 20 to 9 kg/ha/year.

It is interesting to note that the fertilizers applied to the observation plot compensated potassium exports practically in proportion to the amount lost.

This abundant fertilization is justified by the extreme poverty of the coastal sands in exchangeable potassium (Table II). On the contrary, nitrogen applications were well below requirements without the slightest deficiency symptom appearing; it must be admitted that the soil is capable of

furnishing a large part of the need, in spite of its poverty in total nitrogen. Can it be suspected that the biological fixation of atmospheric nitrogen is responsible for this exploit?

The albumen, and consequently the copra, the useful part of the harvest, is responsible for considerable removal of nitrogen (74 p. 100 of the total exported), phosphorus (87 p. 100), and sulphur (67 p. 100), but only 24 p. 100 of the potassium. It is the husk which removes most of the potassium (60 p. 100); it is sometimes used for making coal or for fuel, but however this may be, it costs a lot in potassium fertilizers, and efforts should be made to restore it to the soil, at least in the form of ashes. Indeed it can be imagined that in future geneticists will try to modify nut composition to the benefit of albumen and the detriment of the husk, even if the yield in copra remains the same, so as to reduce the mineral removal.

The quantities of elements exported by the hybrid PB-121 are considerable, but they correspond to an exceptional yield. If they are compared to the values obtained by Pillai and Davis [1963] for much less productive material, it is seen that they are about the same per tonne of copra.

These exports were measured in a plot which is well fertilized judging by the leaf contents, which are equal to if not slightly higher than the critical levels now being arrived at in the first fertilizer experiments at Port-Bouet on this new planting material. To find out whether they were slightly overestimated by «luxury» consumption, the same observations in simplified form were undertaken this year in a few experimental plots on a factorial experiment in Port-Bouet.

2. — An attempt at extrapolation.

The study of monthly variations indicates that the weighted composition of the bunch does not vary perceptibly between the peak and low yield periods. The same is true of mineral composition. If we now consider that the monthly yield variations are a valid reflection of geographic variations in potential, it is possible to calculate the annual removal for a larger or smaller production than those of the trees studied, taking it that the proportions of the bunch components and the mineral elements remain the same. This results in the following formulae, which give a quantity Y of exported elements in kg/ha in function of a yield X of copra, expressed in tonnes/ha:

$$\begin{aligned} - N \dots Y &= 3.2 + 15.4 X \\ - P \dots Y &= 0.5 + 2.1 X \\ - K \dots Y &= 19.5 + 25.5 X \\ - Ca \dots Y &= 1.6 + 1.1 X \\ - Mg \dots Y &= 2.8 + 1.8 X \\ - Na \dots Y &= 4.4 + 2.3 X \\ - Cl \dots Y &= 15.6 + 16.0 X \\ - S \dots Y &= 0.6 + 1.2 X \end{aligned}$$

These formulae must be utilized with caution when there is too great a variation from the average production of the plot studied (6 t of copra/ha/year), particularly in the low yield zones where there is probably a higher proportion of husk than of albumen, resulting in a greater uptake of potassium. Exports of N, K, P and Mg are shown in graphic form in figure 3.

To give an idea of the corresponding fertilizer consumption, the fertilizer equivalent of these exports can be calculated for several production hypotheses (Table VIII).

CONCLUSIONS

The quantities of mineral elements removed by the high yields of the hybrid coconut PB-121 are obviously larger, in particular as regards potassium and nitrogen, than those admitted heretofore and observed in similar experiments conducted on the lower-yielding Talls. These exports, however, represent only a part of the total requirements of the tree, albeit the most important by far. Long-term immobilization in the trunk and roots, and short-term immobilization in the leaves are now being studied, and the results will very shortly complete those of the first experiments, which themselves already provide guidelines for long-term manuring of this new planting material.

Erratum

Dans le résumé de l'article intitulé « Etude des facteurs d'amélioration de la production d'arachide dans la région de la N'Gounié au Gabon », paru dans *Oléagineux*, de juin dernier, page 291, à l'avant-dernière ligne à la place de : « trois herbicides... » il faut lire : « trois fongicides (Benlate, Bravo, Duter)... ».